桉属植物非挥发性化学成分和药理活性研究进展

黄丽平[1，2]，周中流[1，2*]，伍影瑶[1]，李春燕[1]，张灿龙[1，2]，薛中峰[2，3]

（1. 岭南师范学院，广东 湛江 524048；2. 粤西特色生物医药工程技术研究中心，广东 湛江 524048；3. 广西中医药大学，南宁 530200）

摘 要：桉属(*Eucalyptus* L.Herit)是桃金娘科的大属，该属约 600 余种，主要分布于世界各地热带亚热带地区。我国引入品种较多，主要分布于华南地区，其中广东和广西为桉树的主要种植基地。桉属植物具有较多的工业价值，其木材、叶、果实等是化学工业、香料、医药领域的重要原料，可用作开发高性能桉木重组材、竹桉复合材料、造浆与造纸等。桉属植物作为民间药材被使用，具有抑菌消炎、疏风解热、防腐止痒等功效，其药理研究表明，桉属植物具有良好的抗氧化、抗炎、抗菌、抗病毒、抗肿瘤、抗心血管疾病等药理活性。该研究拟通过查阅近三十年桉属植物相关的国内外文献报道，对桉属植物不同部位的 421 个非挥发性化学成分及其药理活性等进行了较详细的分类阐述，其中黄酮类化合物共 73 个、有机酸化合物共 61 个、萜类化合物共 45 个、多酚类化合物共 229 个、脂肪醇类化合物共 13 个，药理活性多集中在抗氧化、抗菌、抗病毒、抗肿瘤等，但相关机制仍需进一步阐明。该文旨在重点关注桉属植物的药用部位，充分发掘其药用价值，开展临床转化和新药研究工作，以期为今后桉属植物的进一步研究、开发和利用提供科学依据。

关键词：桉属植物，非挥发性化学成分，结构分类，药理活性，研究进展

Research progress of non-volatile chemical components from *Eucalyptus* genus plants and their pharmacological activities

HUANG Liping[1, 2], ZHOU Zhongliu[1, 2*], WU Yingyao[1], LI Chunyan[1], ZHANG Canlong[1, 2], XUE Zhongfeng[2, 3]

(1. *Lingnan Normal University*, Zhanjiang 524048, Guangdong, China; 2.*Western Guangdong Characteristic Biology and Medicine Engineering and Research Center*, Zhanjiang 524048, Guangdong, China; 3. *Guangxi University of Chinese Medicine*, Nanning 530220, China)

Abstract: *Eucalyptus* L. Herit is a large genus of myrtidae with more than 600 species, native to Australia and some of its northern islands and mainly distributed in tropical and subtropical regions of the world. *Eucalyptus* has the characteristics of fast growth, high yield, short rotation period and so on. It is an excellent pulp material with remarkable economic benefits. There are

---

基金项目：国家自然科学基金项目（31900297；81904104）；燕岭优秀青年教师培养计划项目（YL20200210）；广东省重点学科科研项目（2019-GDXK-0025）；中国博士后科学基金面上项目(2021M690759)；岭南师范学院科学研究项目（ZL1801，QL1401）[Supported by the National Natural Science Foundation of China (81904104 ; 31900297); Yanling Excellent Young Teacher Project of Lingnan Normal University (YL20200210); Guangdong Provincial Key Discipline Scientific Research Project (2019-GDXK-0025); China Postdoctoral Science Foundation (2021M690759); Lingnan Normal University-Level Talent Project (ZL1801, QL1401)]。

作者简介：黄丽平（1986-），博士研究生，药理学副教授，研究方向为中医药治疗脑病作用及其机理研究，（E-mail）xiaoyinlanlp@126.com。

*__通信作者：__周中流，博士，教授，研究方向为药物化学，（E-mail）Zhou110zhong99@sohu.com。

many introduced species in China, mainly distributed in south China. Nearly 80 species have been introduced into China since 1890, widely distributed in Guangdong, Guangxi, Guizhou, Sichuan, Yunnan, Jiangxi and other places. At present, China has become one of the countries with the largest area of *Eucalyptus* plants in the world and is also the largest exporter of *Eucalyptus* oil. *Eucalyptus* has a lot of industrial value. Its wood, leaves and fruits are important raw materials in chemical industry, fragrance and medicine fields. They can be used for developing high performance *Eucalyptus* recombination material, bamboo *Eucalyptus* composite material, pulp and paper-making, etc. *Eucalyptus* plants are used as folk medicine, with anti-bacterial and anti--inflammatory, wind-relieving and anti-pyretic, anti-corrosion and anti-pruritic effects. As a traditional medicine, Australian aborigines were the first to use *Eucalyptus* for the treatment of fever and bronchial diseases; in China, the leaves of *E. globulus* Labill., *E. robusta* Smith., *E. exserta* F.Muell., *E. tereticornis* Smith., *E. citriodora* Hook. are often used to treat influenza, dysentery, eczema, and injuries for a long time. Pharmacological studies show that *Eucalyptus* plants have good anti-oxidant, anti-inflammatory, anti-bacterial, anti-viral, anti-tumor, anti-cardiovascular diseases and other pharmacological activities. In this study, 421 non-volatile chemical constituents from different parts of *Eucalyptus* and their pharmacological activities were classified and described in detail by referring to the domestic and foreign literatures related to *Eucalyptus* in recent 30 years. There were 73 flavonoids, 61 organic acids, 45 terpenoids, 229 polyphenols and 13 fatty alcohols. Most of the pharmacological activities are anti-oxidant, anti-bacterial, anti-viral and anti-tumor, but the related mechanisms still need to be further elucidated. The purpose of this study was to focus on the medicinal parts of *Eucalyptus*, fully explore their medicinal value, and carry out clinical transformation and new drug research, which could provide scientific basis for further research, development and utilization of *Eucalyptus* in the future.

Key words: *Eucalyptus* genus plants, non-volatile chemical components, structure classification, pharmacological activity, research progress

桉属（*Eucalyptus* L. Herit），是桃金娘科（Myrtaceae）的大属，广泛种植于澳大利亚、印度尼西亚和马布亚新几里亚，常统称为桉树。其功能多样化，在生态方面可蓄水保土、固碳释氧、积累营养物质和净化环境；在药理作用方面，桉属植物长期以来作为民间药被使用，广泛应用于流行性感冒、痢疾、湿疹、跌打损伤等。中国引种桉树将近 100 年的历史，约 80 种，主要分布在福建、广东、广西、云南和四川等地，主要树种有细叶桉、赤桉、柠檬桉、窿缘桉、大叶桉、斜脉胶桉、蓝桉和直杆蓝桉等。桉属植物具有生长迅速、适应性广、产量高、材质优良等特性，是化学工业、香料、医药领域的重要原料。随着人们对健康的标准日益提高，均向往绿色天然且安全低毒的药物来达到治疗疾病的目的。

目前关于桉属植物的研究多集中在桉叶的挥发油部位，其挥发油的生物活性物质非常丰富，具有抗肿瘤、抗糖尿病、抗氧化、驱虫、抗菌等活性。国内外学者研究发现桉属植物中非挥发性化合物主要含有黄酮、多酚、萜类和有机酸等，具有抗氧化、抗炎、抗菌、抗病毒、抗肿瘤和抗心血管疾病等药理活性（Chattopadhyay et al., 2002; 陈斌，2002; 唐伟军等，2006; Achiwa et al., 2007;Steinkamp-fenske et al., 2007; Solmaz et al., 2014）。但目前对桉属植物非挥发性成分总结不够全面，化合物结构及其对应的生物活性缺乏系统的归纳总结。本研究依托 Web of Science，PubMed 和中国知网等数据库检索网站，整理了近 30 年以来有关桉属植物非挥发性成分的国内外研究论文进行分析，采用罗列、对比、总结归纳等方法，拟探讨以下问题：（1）桉属植物非挥发性成分的分类；（2）桉属植物非挥发性成分的来源；（3）

桉属植物非挥发性成分的药理活性和相关机制。本文旨在对其非挥发性化学成分的分类、来源、结构、生物活性等方面进行整理和归纳，以期为桉属植物的深入研究与开发提供参考。

1 化学成分

1.1 黄酮类化合物

黄酮类化合物是指两个苯环通过三个碳原子相互连接而成的一系列化合物，即具有 C_6-C_3-C_6 结构的化合物。国内外学者从桉属植物中分离得到 73 个黄酮类化合物（附表 1），主要包括黄酮和黄酮醇类、二氢黄酮和二氢黄酮醇类、异黄酮类和黄烷醇类。其黄酮类化合物主要分布于叶中，黄酮类化合物数量达到 62 个。

1.2 有机酸类化合物

有机酸是一种含有羧基的酸性有机化合物，结构分为脂肪酸和芳香酸。国内外学者在桉属植物中鉴定了 61 个有机酸类化合物（附表 2），主要有二元羧酸、羟基酸、高级饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸。桉属有机酸类化合物主要分布在叶和茎中，有机酸类化合物数量分别为 28 和 19 个。

1.3 萜类化合物

萜类是异戊二烯的聚合体及其衍生物，其骨架一般以 5 个碳为基本单位。文献报道了桉属植物含 42 个三萜和 3 个非挥发性二萜类化合物（附表 3 和附表 4）。桉属非挥发性萜类化合物的结构骨架主要为二萜和三萜，其中二萜类化合物具有直链和单环的结构特征。此外，三萜类化合物主要为五环三萜，结构骨架可分为乌苏烷型、齐墩果烷型和羽扇豆烷型。桉属萜类化合物主要分布在其树皮中，萜类化合物数量达到 31 个。

1.4 多酚类化合物

1.4.1 间苯三酚

桉属植物中报道了 113 个间苯三酚类化合物（附表 5），基本骨架为 1, 3, 5-三羟基苯。间苯三酚类化合物具有明显的结构特征：R_1 常与邻位的酚羟基结合，结合的基团多数为单萜、倍半萜及二萜类结构片段，形成多环状化合物；R_2 和 R_3 一般为醛基、甲基、甲氧基、甲基丁酮等。桉属间苯三酚化合物主要分布在其叶中，间苯三酚化合物数量达到 76 个。

1.4.2 鞣质

鞣质是一类结构较为复杂的多元酚类化合物，主要由没食子酸及其衍生物构成。桉属植物中已发现 82 个鞣质（附表 6），结构骨架主要为水解鞣质和缩合鞣质。桉属鞣质化合物主要分布在其叶和树皮中，鞣质化合物数量分别为 58 个和 15 个。

1.4.3 酚酸类

研究发现桉属植物含 34 个酚酸化合物（附表 7），结构骨架主要为苯甲酸类、苯烯丙酸、苯丙酸。其中，苯甲酸类可分为单羟基苯甲酸类，双羟基苯甲酸类和三羟基苯甲酸类。桉属酚酸类化合物主要分布在其叶中，酚酸类化合物数量达到 28 个。

1.5 脂肪醇类

从桉属植物中鉴定了 13 个脂肪醇化合物（附表 8），结构骨架主要为直链高级脂肪醇类，碳链含有 8~29 个碳原子，是合成醇系表面活性剂的主要原料。桉属脂肪醇类化合物主要分布在其叶中，脂肪醇类化合物数量达到 11 个。

2 药理活性

2.1 抗氧化活性

桉属植物 *E. globules*50%乙醇提取物具有清除 DPPH 自由基活性，最大清除率为 65%，其作用机制通过抑制基质金属蛋白酶（MMPs）和白介素-6（IL-6）的表达，增加转化生长因子-β1（TGF-β1）和 1 型胶原蛋白的表达，调节 TGF-β/Smad 信号传导通路，减少皱纹的形成和防止皮肤干燥（Park et al., 2018）。

多酚类化合物 317、318、320、324、368 和 387（图 1）具有显著的抗氧化活性，可防止人肝癌细胞氧化及对 DPPH 和 $ABTS^+$两种自由基均具有较强的清除活性，IC_{50} 范围为 41.4~538.7 μm。多酚类化合物 352 抗氧化活性最强，IC_{50} 为 41.4 μm，其结构由一个单糖基连接 5 个没食子酸，形成含多个没食子酸的水解鞣质类化合物，其抗氧化活性与没食子酸密切相关（谢晓艳等，2011; 肖苏尧等，2012）。

酚酸类化合物 341、384 和 389 具有单苯环类母核，结构含酚羟基和羧基，抗氧化能力强。341 对 DPPH、NO 和羟自由基清除率及抑制脂质过氧化的能力强于维生素 C（Ma et al., 2010b; 王艳芳等，2005），通过调节 MMP 和 TGF-β1 表达保护皮肤。368 具有保护人脐静脉内皮细胞（HUVEC）免受辐射诱导的氧化应激损伤的作用，可能机制是通过调节 PI3K 和 ERK 信号通路，诱导 Nrf2 活化，增加细胞内谷胱甘肽（GSH）和烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸（NADPH）含量，进而保护 HUVEC 免受辐射诱导的氧化应激损伤（Ma et al., 2010a）。389 通过 JNK 介导的磷酸化激活 Nrf2，增强小鼠巨噬细胞的谷胱甘肽过氧化物酶（GPx）和谷胱甘肽还原酶(GR）的表达，从而提高巨噬细胞抗氧化能力（Ma et al., 2010b）。

此外，三萜类化合物 152 增加氧化应激敏感性转录因子 Nrf2 和 MAP 激酶的表达来保护人肝细胞，使其免受叔丁基过氧化氢（t-BHP）诱导的细胞毒性；还具有消除 ROS，抑制脂质过氧化和强化抗氧化防御系统的功能（Ma et al., 2010a）。

图 1 具有抗氧化作用的化合物

Fig. 1 Structure of compounds with antioxidant properties

2.2 抗炎活性

蓝桉乙醇提取物具有明显的抗炎镇痛作用，可显著减轻小鼠耳廓肿胀和提高毛细血管通透性，明显抑制大鼠棉球肉芽肿和阻止组胺从 RBL-$2H_3$ 细胞中的释放，从而达到抗炎及治疗哮喘的效果（何耀松等，2007; 唐云等，2015）。另外，酚酸类化合物 384 通过阻断 JNK 信号通路，抑制辐射诱导的 U937 对 HUVEC 的粘附，阻止细胞间黏附分子-1（ICAM-1）和血管细胞黏附分子-1（VCAM-1）的表达，发挥抗炎作用（Ma et al., 2010b）。

2.3 抗菌作用

桉属植物中具有抗菌活性的三萜类化合物主要为乌苏烷型和羽扇豆烷型（图 2）。Chattopadhyay et al.(2002）发现熊果酸（**151**）具有抗菌活性强、广谱等特点，对金黄色葡萄球菌、腐生葡萄球菌、粪链球菌等细菌均表现出良好的抑制作用，最低抑菌浓度（MIC）为 0.128~2 $mg \cdot mL^{-1}$。陈斌等（2002）报道了白桦酸（**156**）和 2α-羟基熊果酸（**153**）对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌表现出较强的抑菌活性，MIC 为 12.5~50 $\mu g \cdot mL^{-1}$。熊果酸和 2α-羟基熊果酸均有良好的抗菌活性，且羟基取代物抗菌活性有增大趋势。另外，酚类化合物间苯三

酚化合物 272 和 273 对葡萄球菌和枯草杆菌具有良好的抑制作用，半数抑制浓度（IC_{50}）分别为 3.9 和 7.8 μg·mL^{-1}，且α构型活性强于β构型。大果桉醛类化合物对革兰阳性菌有明显抑制活性，其中化合物 217、218、219、220、224 和 233 均具有较强的抗龋齿和牙周病菌活性，MIC 为 0.39~100 μg·mL^{-1}，且抗菌活性强于抗菌剂百里酚；大果桉醛 A-G（**217-223**）对金黄色葡萄球菌、枯草芽孢杆菌、藤黄微球菌和包皮垢分支杆菌的 IC_{50} 均处于 0.78-3.13 μg·mL^{-1} 范围；化合物 233 对变形链球菌和茸毛链球菌均表现出良好的抑制作用，MIC 分别为 12.5 和 6.25 μg·mL^{-1}（Osawa et al.，1996; 付文卫等，2003; 刘玉明，2004; Huang et al.，2014）。桉属植物中以大果桉醛类为代表的间苯三酚类化合物具有抗菌谱广、活性强等特点，有望从中发现新的天然抗菌先导化合物。

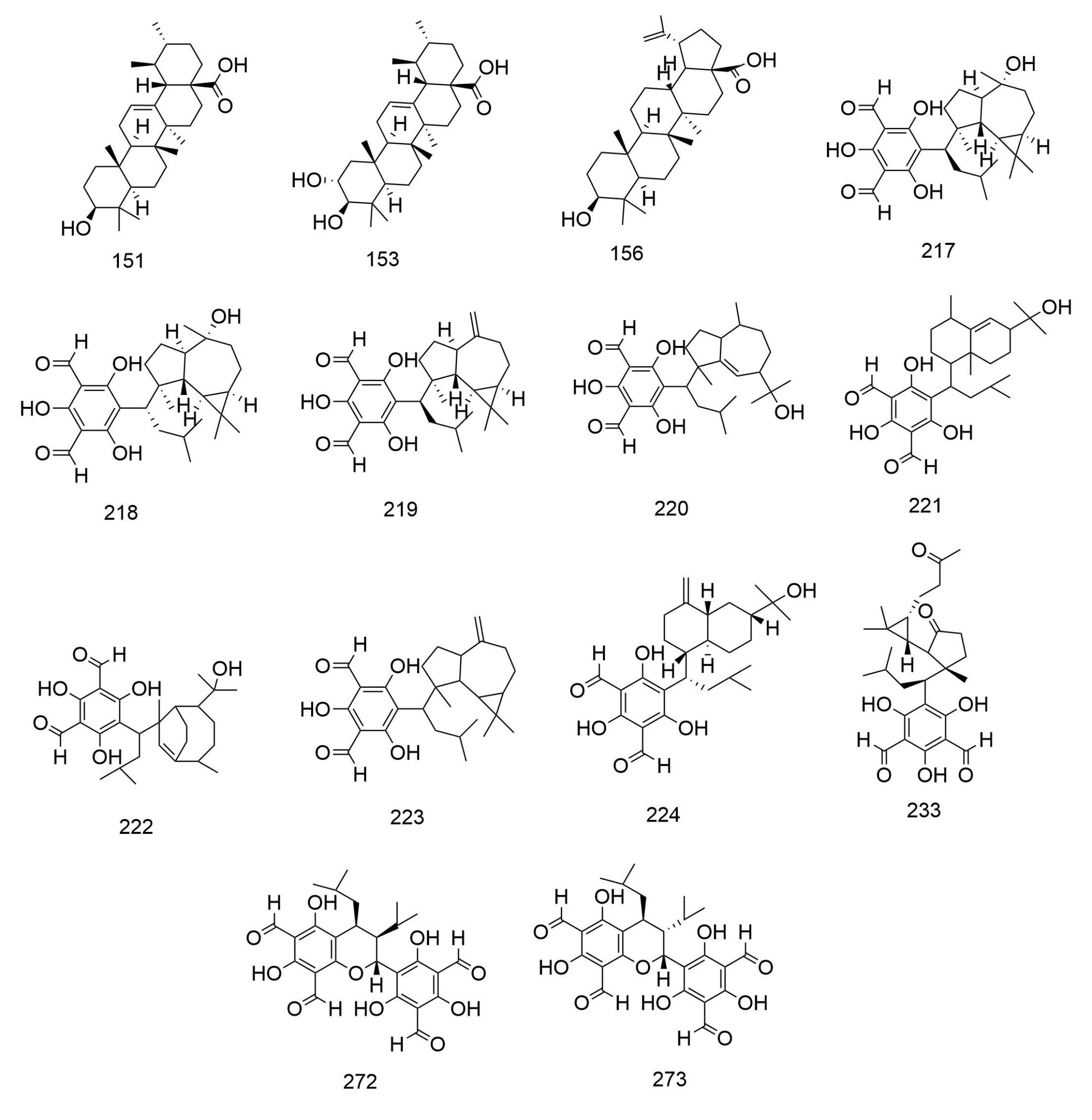


图 2　具有抗菌作用的化合物

Fig. 2　Structure of compounds with antibacterial activity

2.4 抗病毒作用

桉属植物提取物对甲型流感病毒、人类疱疹病毒和乙肝病毒均有一定的抑制作用。Wanget at al.(2005)以甲Ⅰ型流感病毒感染的小鼠为研究对象，芦丁（**53**）表现出明显的抗甲Ⅰ型流感病毒作用。Tang et al.(2015)报道了间苯三酚 207、202 和 220（图 3）具有显著的抗人类疱疹病毒作用。三萜类化合物 156、151 和 153 具有较强的抗乙肝病毒作用，对乙肝表面抗原（HBsAg）的抑制率分别为 47.0%、39.9%和 30.2%，对乙型肝炎 E 抗原（HBeAg）的抑制率分别为 12.3%、23.6%和 13.96%（陈斌，2002）。

图 3　具有抗病毒作用的化合物

Fig. 3　Structure of compounds with antiviral

2.5 抗肿瘤作用

2.5.1 抗白血病

白血病是血液系统恶性肿瘤的一种，Benyahia et al.(2004)研究发现黄酮类化合物 13 和 14（图 4）可抑制人早幼粒细胞白血病细胞 HL-60 的存活和增殖，化合物 13（IC_{50}= 1.7±0.1 μmol・L-1）的抑制作用强于 14（IC_{50}=7.4±2.3 μmol·L^{-1}），可能原因是 B 环对位甲氧基被羟基取代，导致活性降低。半胱天冬酶（caspases）在细胞凋亡的过程中起关键性作用，caspase-8 和 caspase-3 的表达在各种癌症中显著下降。13 和 14 均通过活化 caspase-8，激活 caspase-3，释放细胞色素 c，裂解聚腺苷二磷酸核糖聚合酶-1（PARP-1），使 DNA 无法修复，最终导致肿瘤细胞凋亡。

Solmaz et al.(2014)研究表明芹菜素（**9**）对伊马替尼敏感和耐药的慢性髓性白血病具有治疗潜力，通过磷酸化热休克蛋白 27（Hsp27）、活化半胱天冬酶和促进 HL-60 细胞中的线粒体去极化，从而诱导肿瘤细胞凋亡；另外，还通过降低线粒体膜电位（MMP）和激活 caspase-3，诱导 K562 和 K562/IMA3 两种细胞凋亡，高剂量条件下可使 K562 细胞周期停滞

在 G2/M 期。

图 4　具有抗白血病作用的化合物

Fig. 4　Structure of compounds with anti-leukemia

2.5.2 抗消化系统肿瘤

桉属植物中黄酮类化合物槲皮素（**12**）、异槲皮苷（**18**）、木犀草素（**23**）等对消化系统肿瘤具有很好的抑制作用（图 5）。Huang et al.(2014)研究发现，化合物 18 对肝癌具有很强的抑制作用，其分子机制可能与丝裂原活化蛋白激酶（MAPK）和蛋白激酶 C（PKC）信号通路密切相关。Sabry et al.(2021)研究发现，桉树水溶性树脂多酚对肝癌也具有抑制作用，其机制与抑制 MMP-9 和 TEF-β的基因表达相关。Solmaz et al.(2014)发现异槲皮苷通过激活 caspase-3 发挥抑制 ERK 和 p38-MAPK 蛋白磷酸化和促进应激活化蛋白激酶（JNK）的磷酸化，使肝癌细胞被阻滞在 G_1 期。化合物 23 可抑制人胃癌 BGC-823 细胞裸鼠移植瘤，且抑制作用强于阳性对照药 5-氟尿嘧啶。化合物 12 通过激活 5'-AMP 活化蛋白激酶（AMPK）/p38-MAPK 通路，降低线粒体膜电位，使 AMPKα1 磷酸化，抑制细胞的生长和增殖，从而诱导 HT-29 结肠癌细胞 p53 突变细胞凋亡。此外，还可通过调节 AMPK/COX-2 通路，激活 AMPK 磷酸化，抑制 COX-2、PGs 表达和血管生成，使细胞周期停滞在亚 G_1 期，最终诱导 HT-29 结肠癌细胞凋亡（Lee et al., 2009）。



图 5　具有抗消化系统肿瘤作用的化合物

Fig. 5　Structure of compounds with anti-digestive system tumors

2.5.3 抗乳腺癌、子宫癌

槲皮素（**12**）激活了 MCF-7 乳腺癌细胞，激活 AMPKα1/ASK1/p38 信号通路诱导乳腺

癌细胞凋亡（Lee et al., 2010）。木犀草素（**23**）抑制 MCF-7 细胞增殖、Bcl-2 和基质金属蛋白酶 2（MMP-2）蛋白表达，从而达到抗乳腺癌的效果（姜英等，2013）。Achiwa et al.(2007) 发现熊果酸（**151**）具有抗子宫内膜癌作用，主要通过抑制子宫内膜癌细胞系 SNG-II 和低分化的 HEC108 细胞系中的 PI3K-Akt 途径和 MAPK-P44/42 途径，降低子宫内膜癌 SNG-II 细胞中的 PI3K 水平，从而杀死肿瘤细胞。

2.5.4 广谱抗肿瘤作用

蓝桉总三萜具有广谱抑制肿瘤细胞生长作用，对人肺癌细胞 A-549，人胃癌细胞 AGS、SGC-7901，人结肠癌细胞 Caco-2、LS-174T 等各种类型癌细胞均有抑制作用，尤其是对小鼠黑色素瘤 B16，抑制率可达到 55.6%（陈斌，2002; 刘玉明，2004）。刘玉明等（刘玉明，2004）发现苯三酚类化合物 218 对人肝、胃、食管等癌细胞具有显著的抑制活性。另外，化合物 211、215 和 216 对人肝癌细胞 Huh-7、人外周血白血病 T 细胞 Jurkat、人胃癌细胞 BGC-823 和浆细胞骨髓瘤细胞 KE-97 均具有显著的抑制活性（唐伟等，2015）。化合物 185 和 207 可通过抑制由 TPA 诱导的细胞周期减少肿瘤形成（张广晶等，2014）。Solmaz et al.(2014) 发现黄酮类化合物芹菜素（**9**）也可诱导多种肿瘤细胞凋亡，包括乳腺癌、宫颈癌、肺癌、卵巢癌、前列腺癌和肝癌，机制与 PI3K（磷脂酰肌醇 3-激酶）/Akt（蛋白激酶 B）通路密切相关。

图 6 具有抗广谱抗肿瘤作用的化合物

Fig. 6 Structure of compounds with anti-spectral antitumor

2.6 抗心血管疾病

动脉硬化和血栓性疾病的发病可能与高浓度的纤溶酶原激活剂抑制剂 1(plasminogen activator inhibitor type-1，PAI-1)有关，特异性抑制 PAI-1 可增加纤维蛋白溶解，从而达到治疗动脉硬化和血栓性疾病作用。桉属植物间苯三酚类 272-274、199、276 和 204（图 7）具有较强的抑制 PAI-1 活性，其 IC_{50} 值分别为 3.3、5.3、4.7、138、700 和 152 μmol·L^{-1}（付文卫等，2003; 李伟，2015）。三萜类化合物也具有保护心脑血管的作用，ursolic acid（**151**）可通过抑制活性氧的产生，增加 NO 的表达，发挥保护血管内皮功能。Betulinic acid（**156**）通过激活 PI3K 和 ERK/Nrf2 通路，上调血管平滑肌细胞（VSMC）中血管平滑肌细胞血红素氧合酶-1（HO-1）的表达，表现出抗动脉粥样硬化功能（Steinkamp-fenske et al., 2007; Feng et al., 2011）。

199 204 272

273 274 276

图 7 具有抑制 I 型纤溶酶原激活物作用的化合物

Fig .7 Structure of compounds with inhibition of I plasminogen activator

2.7 其他作用

桉属植物中的间苯三酚类化合物具有较强的酶抑制活性（图 8）。212 具有抑制 P450 酶活性，其 IC_{50} 值为 38.8 μmol·mL^{-1}（王冀，2012）。217-221 能够抑制 HIV 逆转录酶，其 IC_{50} 值分别为 10、5.3、8.4、12 和 8.1 μmol·L^{-1}（李伟, 2015）。217、218、220、221、272 和 273 等具有抑制醛糖还原酶活性，其中 272 和 273 对醛糖还原酶的 IC_{50} 值分别为 1.25 和 2.47 μmol·L^{-1}（Elaissi et al., 2011）。217-220、224-226 和 233 在浓度为 100 μg·mL^{-1} 时均具有明显的抑制葡萄糖基转移酶活性，抑制作用强于阳性对照药（付文卫等，2003）。间苯三酚类化合物还表现出抗附着及拒食和抑制受精卵发育的药理作用，可抗驱逐蓝贝类 mytilus edulis galloprovincialis 的附着（付文卫等，2003; 王冀,2012）。此外，桉属黄酮类化合物可应用于农作物增产（宋永芳等，1984）。



图 8 具有酶抑制活性的化合物

Fig. 8 Structure of compounds with enzyme inhibition activity

3 讨论和展望

目前桉属植物非挥发性化学成分的提取分离较系统和全面，从根、茎、叶、树皮和果实等中分离报道了421个非挥发性化合物，其中主要为黄酮类、有机酸类、萜类、多酚类和脂肪醇类成分，表现出较好的抗氧化、抗病毒、抗肿瘤等药理活性，但相关的作用机制尚浅，仍需进一步阐明。具体如下：（1） 抗氧化活性多集中在乙醇提取物、多酚类化合物、简单酚酸类化合物和三萜类化合物，机制可能与TGF-β/Smad、PI3K/ERK/Nrf2等通路相关。（2）蓝桉乙醇提取物和酚酸类化合物表现出一定的抗炎镇痛活性，但如何发挥抗炎作用的具体作用靶点和机制仍需详细阐明。（3）抗菌作用主要集中在三萜类化合物和酚类化合物间苯三酚，但抑菌机制仍未明确。（4）桉属植物提取物的抗病毒作用较强，尤其对甲型流感病毒、人类疱疹病毒和乙肝病毒均有一定的抑制作用，但相关机制尚未完全清晰。（5）抗肿瘤作用主要集中在黄酮类化合物（芹菜素，槲皮素，木犀草素等）、蓝桉总三萜化合物、间苯三酚类化合物，对白血病、消化系统肿瘤以及其他癌症效果显著，机制研究深入，值得临床推广。（6）间苯三酚类和三萜类化合物表现出较好的抗动脉粥样硬化保护心脑血管功能，但机制仍不完全阐明。（7）间苯三酚类化合物还表现出有较强的酶抑制活性，如抑制HIV 逆转录酶、醛糖还原酶和葡萄糖基转移酶活性，提示其仍有很大的开发应用价值。

总之，该植物的提取物具有诸多生物活性，但主要为挥发性成分，对非挥发性成分研究较少。根据目前已有的相关研究可在适宜的地区进行研究和推广，进一步分离提纯其有效成分，研究和阐明其化学结构、药理活性与作用机制，将有助于桉属植物资源的开发和利用。

参考文献：

ABDEL-MOEIN N M, ABDEL-MONIEM EA, MOHAMED DA, et al., 2011. Evaluation of the anti-inflammatory and anti-arthritic effects of some plant extracts[J]. Grasas Aceites, 62(4): 365-374.

ACHIWA Y, HASEGAWA K, UDAGAWA Y, 2007. Regulation of the phosphatidylinositol 3-kinase-akt and the mitogen-activated protein kinase pathways by ursolic acid in human endometrial cancer cells[J]. Biosci Biotechnol Biochem, 71(1): 31-37.

AL-SAYED E, SINGAB A, AYOUB N, et al., 2012. HPLC-PDA-ESI-MS/MS profiling and chemopreventive potential of *Eucalyptus gomphocephala* dc[J]. Food Chem, 133(3): 1017-1024.

BENOUADAH N, PRANOVICH A, ALIOUCHE D, et al., 2018. Analysis of extractives from

Pinus halepensis and *Eucalyptus camaldulensis* as predominant trees in Algeria[J]. Holzforschung, 72(2): 97-104.

BENYAHIA S, BENAYACHE S, BENAYACHE F, et al., 2004. Isolation from *Eucalyptus occidentalis* and identification of a new kaempferol derivative that induces apoptosis in human myeloid leukemia cells[J]. J Nat Prod, 67(4): 527-531.

BHUYAN DJ, VUONG QV, BOND DR, et al., 2018. *Eucalyptus microcorys* leaf extract derived HPLC-fraction reduces the viability of mia paca-2 cells by inducing apoptosis and arresting cell cycle[J]. Biomed Pharmacotherapy, 105: 449-460.

BOULEKBACHE MAKHLOUF L, MEUDEC E, MAZAURIC JP, et al., 2013. Qualitative and semi-quantitative analysis of phenolics in *Eucalyptus globulus* leaves by high-performance liquid chromatography coupled with diode array detection and electrospray ionisation mass spectrometry[J]. Phytochem Analysis, 24(2): 162-170.

CHATTOPADHYAY D, ARUNACHALAM G, MANDAL AB, et al., 2002. Antimicrobial and anti-inflammatory activity of folklore: *Mallotus peltatus* leaf extract[J]. J Ethnopharmacol, 82(2-3): 229-237.

CHEN B, 2002. Study on a ctive constituents of fruit of *Eucalyptus globules*[D]. Shanghai: The Second Military Medical University. [陈斌，2002. 蓝桉果实活性成分的研究[D]. 上海：第二军医大学.]

CHEN HZ, HUANG JS, WANG JL, et al., 2015. Total polyphenol and antioxidant activities of ‘Guanglin No.9’*eucalyptus* leaves from different months[J]. Sci Technol Food Ind, 34(17): 56-59. [陈洪璋，黄景晟，王俊亮，等，2013. 不同月份“广林 9 号”桉叶粗提物总酚含量与抗氧化活性研究[J]. 食品工业科技，34(17)：56-59.]

CHEN Y, WANG J, OU Y, et al., 2014. Cellular antioxidant activities of polyphenols isolated from Eucalyptus leaves (*Eucalyptus grandis*×*Eucalyptus urophylla* GL9)[J]. J Funct Foods, 7: 737-745.

CHEN YQ, LIW, CHEN HZ, et al., 2016. The isolation and purification of compounds from *Eucalyptus* leaves and their antioxidant activity[J]. Eucalypt Sci Technol, 33(2): 25-32. [陈运娇，李伟，陈洪璋，等，2016. 桉叶抗氧化物分离纯化及其抗氧化活性的研究[J]. 桉树科技，33(2)：25-32.]

DOMINGUES RMA, OLIVEIRA ELG, FREIRE CSR, et al., 2012. Supercritical fluid

extraction of *Eucalyptus globulus* bark-a promising approach for triterpenoid production[J]. Int J Mol Sci, 13(6): 7648-7662.

DOMINGUES RMA, SOUSA GDA, FREIRE CSR, et al., 2010. *Eucalyptus globulus* biomass residues from pulping industry as a source of high value triterpenic compounds[J]. Ind Crop Prod, 31(1): 65-70.

DOMINGUES RMA, SOUSA GDA, SILVA CM, et al., 2011. High value triterpenic compounds from the outer barks of several *eucalyptus* species cultivated in Brazil and in Portugal[J]. Ind Crop Prod, 33(1): 158-164.

ELAISSI A, MEDINI H, SIMMONDS M, et al., 2011. Variation in volatile leaf oils of seven *eucalyptus* species harvested from Zerniza Arboreta (Tunisia)[J]. Chem Biodivers, 8(2): 362-372.

FENG J, ZHANG P, CHEN X, et al., 2011. PI3K and ERK/Nrf2 pathways are involved in oleanolic acid-induced heme oxygenase-1 expression in rat vascular smooth muscle cells[J]. J Cell Biochem, 112(6): 1524-1531.

FU WW, ZHAO CJ, PEI YP, et al., 2003. Chemical constituents and biological activities of *eucalyptus*[J]. Drugs Clinic, 18(2): 51-58. [付文卫，赵春杰，裴玉萍，等，2003. 桉属植物的化学成分与生物活性[J]. 国外医药(植物药分册)，18(2)：51-58.]

GAO X, 2017. Extraction and analysis of effective components from *Eucalyptus*[D]. Nanning: Guangxi University. [高璇，2017. 窿缘桉树有效成分的提取及分析[D]. 南宁：广西大学.]

GUAN XF, GUO QY, HUANG XJ, et al., 2015. A new flavonoid glycoside from leaves of *Eucalyptus robusta*[J]. Chin J Chin Mat Med, 40(24): 4868-4872. [管希锋，郭倩仪，黄晓君，等，2015. 大叶桉叶中一个新的黄酮苷[J]. 中国中药杂志，40(24)：4868-4872.]

GULLÓN B, MUÑIZ-MOURO A, LÚ-CHAU TA, et al., 2019. Green approaches for the extraction of antioxidants from *eucalyptus* leaves[J]. Ind Crop Prod, 138: 111473.

GUIMARÃES R, BARROS L, CARVALHO AM, et al., 2009. Aromatic plants as a source of important phytochemicals: vitamins, sugars and fatty acids in cistus ladanifer, cupressus lusitanica and *Eucalyptus gunnii* leaves[J]. Ind Crop Prod, 30(3): 427-430.

GU ZB, YAN L, XU YX, et al., 2001. Studies on chemical constituents of *Eucalyptus camaldulensis* var. *pendula*[J]. Chin Trad Herb Drugs, (4): 12-13. [顾正兵，闫露，徐一新，等，2001. 垂枝赤桉的化学成分研究[J]. 中草药，(4)：12-13.]

HAKKI Z, CAO B, HESKES AM, et al., 2010. Synthesis of the monoterpenoid esters cypellocarpin c and cuniloside b and evidence for their widespread occurrence in *eucalyptus*[J]. Carbohyd Res, 345(14): 2079-2084.

HE YS, ZHANG JD, 2007. Progress on chemical constituents and pharmacological effects of *eucalyptus*[J]. Prog Veter Med, 28(7): 98-101. [何耀松，张继东，2007. 桉树化学成分及药理作用研究进展[J]. 动物医学进展，28(7)：98-101.]

HUANG BS, 2013. Chemical composition， Antimicrobial and antioxidative properties from leaves of *eucalyptus* growing in Guangdong[D]. Guangzhou: Guangdong Pharm University. [黄炳生，2013. 广东桉树叶化学成分及其抗菌抗氧化活性研究[D]. 广州：广东药学院.]

HUANG G, TANG B, TANG K, et al., 2014. Isoquercitrin inhibits the progression of liver cancer *in vivo* and *in vitro* via the MAPK signalling pathway[J]. Oncol Rep, 31(5): 2377-2384.

HUI LIU, MI-YAN FENG, QIAN YU, et al., 2018. Formyl phloroglucinol meroterpenoids from *eucalyptus* tereticornis and their bioactivities[J]. Tetrahedron, 74(13): 1540-1545.

IBRAHIM M, AMBREEN S, HUSSAIN A, et al., 2014. Phytochemical investigation on *Eucalyptus globulus* Labill[J]. Asian J Chem, 26(4): 1011-1014.

JIANG Y, XIE KP, HUO HN, et al., 2013. Inhibitory effect of luteolin on the angiogenesis of chick chorioallantoic membrane and invasion of breast cancer cells via downregulation of AEG-1 and MMP-2[J]. Acta Physiol Sin, 65(5): 513-518. [姜英，谢鲲鹏，霍洪楠，等，2013. 木犀草素下调 AEG-1 和 MMP-2 的表达对血管生成和乳腺癌细胞侵袭性的抑制作用[J]. 生理学报，65(5)：513-518.]

KAHLA Y, ZOUARI-BOUASSIDA K, REZGUI F, et al., 2017. Efficacy of *eucalyptus* cinerea as a source of bioactive compounds for curative biocontrol of crown gall caused by agrobacterium tumefaciens strain B6[J]. Biomed Res Int, 2017: 9308063.

LEE YK, HWANG JT, KWON DY, et al., 2010. Induction of apoptosis by quercetin is mediated through AMPKα1/ASK1/p38 pathway[J]. Cancer Lett, 292(2): 228-236.

LEE Y, SONG YP, KIM Y, et al., 2009. AMP kinase/cyclooxygenase-2 pathway regulates proliferation and apoptosis of cancer cells treated with quercetin[J]. Exp Mol Med, 41(3): 201-207.

LEI QC, 2017. Study on the bioactivities and active constituents of *Eucalyptus globulus*

leaves[D]. Hangzhou: Zhejiang Gongshang University. [雷启成，2017. 蓝桉叶的生物活性及活性成分研究[D]. 杭州：浙江工商大学.]

LIANG QS & WEI JX, 1985. Research progress on chemical and physiological active components of *eucalyptus*[J]. Eucalypt Sci & Technol, (2): 25-46. [梁庆燊和魏景新，1985. 桉属植物的化学及其生理活性成分的研究进展[J]. 桉树科技，(2): 25-46.]

LI JJ, XU HH, 2014. Isolation, structural ldentification and bioactivity of chemical constituents from the bark of *Eucalyptus exserta* F. Muell[J]. Nat Prod Res Dev, 26(9): 1345-1349. [李晶晶，徐汉虹，2014. 窿缘桉树皮化学成分的分离鉴定及其生物活性研究[J]. 天然产物研究与开发，26(9)：1345-1349.]

LIU YM, CAI YF, WU YT, et al., 2004. Study on the essential oil from the fruit of *Eucalyptus globulus* Labill. and *E. robusta* smith by GC-MS[J]. Chin J Pharm Anal, 24(1): 24-26. [刘玉明，柴逸峰，吴玉田，等，2004. GC-MS 对蓝桉果实及大叶桉果实挥发油成分研究[J]. 药物分析杂志，24(1)：24-26.

LI W, 2015. Research advances on phloroglucinol derivatives in plants of *Eucalyptus* L'Heritier[J]. Chin Trad Herb Drugs, 46(23): 3592-3604. [李伟，2015. 桉属植物中间苯三酚衍生物的研究进展[J]. 中草药，46(23)：3592-3604.]

LIU YM, 2004. Studies on chemical constituents of fruit of *Eucalyptus globules* and its quality control[D]. Shanghai: The Second Military Medical University. [刘玉明，2004. 蓝桉果实化学成分及质量控制研究[D]. 上海：第二军医大学药物分析学.]

MA ZC, HONG Q, WANG YG, et al., 2010. Ferulic acid protects human umbilical vein endothelial cells from radiation induced oxidative stress by phosphatidylinositol 3-kinase and extracellular signal-regulated kinase pathways[J]. Biol Pharm Bull, 33(1): 29-34.

MA ZC, HONG Q, WANG YG, et al., 2010. Ferulic acid attenuates adhesion molecule expression in gamma-radiated human umbilical vascular endothelial cells[J]. Biol Pharm Bull, 33(5): 752-758.

NIKBAKHT MR, RAHIMI-NASRABADI M, AHMADI F, et al., 2015. The chemical composition and *in vitro* antifungal activities of essential oils of five *Eucalyptus* species[J]. J ESSENT OIL BEAR PL, 18(3): 666-677.

OKBA MM, GEDAILY RAE, ASH RM, 2017. UPLC-PDA-ESI-qTOF-MS profiling and potent anti-HSV-II activity of *Eucalyptus sideroxylon* leaves[J]. J chromatogr B, 1068-1069:

335-342.

OSAWA K, YASUDA H, MORITA H, et al., 1996. Macrocarpals H, I, and J from the leaves of *Eucalyptus globulus*[J]. J Nat Prod, 59(9): 823-827.

PAN M, LEI Q, ZANG N, et al., 2019. A strategy based on GC-MS/MS, UPLC-MS/MS and virtual molecular docking for analysis and prediction of bioactive compounds in *Eucalyptus globulus* leaves[J]. Int J Mol Sci, 20(16): 3875.

PARK B, HWANG E, SEO SA, et al., 2018. *Eucalyptus globulus* extract protects against UVB-induced photoaging by enhancing collagen synthesis via regulation of TGF-β/Smad signals and attenuation of AP-1[J]. Arch Biochem Biophys, 637(1): 31-39.

PARREIRA P, SOARES BIG, FREIRE SR, et al., 2017. *Eucalyptus* spp. outer bark extracts inhibit helicobacter pylori growth: *in vitro* studies(Article)[J]. Ind Crop Prod, 207-214.

PAVLOVA L V, PLATONOV I A, NIKITCHENKO NV, et al., 2017. Extraction of biologically active compounds from *eucalyptus* (*Eucalypti viminalis* Labill) leaves by subcritical water and water-ethanol mixtures[J]. Russ J Phys Chem B, 11(7): 1129-1143.

PUIG CG, REIGOSA M J, VALENTÃO P, et al., 2018. Unravelling the bioherbicide potential of *Eucalyptus globulus* Labill: biochemistry and effects of its aqueous extract[J]. PLoS ONE, 13(2): 19-28.

QIN GW & XU RS, 1986. Studies on chemical constituents of *Eucalyptus grandis*-isolation and identification of phenol B and other components of *Eucalyptus grandis*[J]. Acta Chim Sin, 44(2): 151-156. [秦国伟和徐任生，1986. 大叶桉化学成分的研究-大叶桉酚乙和其它成分的分离和鉴定[J]. 化学学报，44(2)：151-156.]

RODRIGUES VH, DE MELO MMR, PORTUGAL I, et al., 2018. Extraction of *eucalyptus* leaves using solvents of distinct polarity. cluster analysis and extracts characterization[J]. J Supercrit Fluid, 135: 263-274.

SABRY OM， SABRY MO, EI-SONBATY et al., 2021. In-vivo and in-silico studies of *eucalyptus* kino polyphenolics: outstanding activity in quenching solid liver tumors through inhibition of MMP-9 and TGF-β gene expression[J]. Nat Prod Res, DOI: 10.1080/14786419.2021.1961254

SHEN ZB & XU JP, 1987. Studies on chemical constituents of *Eucalyptus citri* leaves (second report)-isolation and identification of flavonoids[J]. Chem Ind For Prod, (2): 29-35. [沈兆邦

和徐建平，1987. 柠檬桉叶化学成分研究(二报)-黄酮类化合物的分离鉴定[J]. 林产化学与工业，(2)：29-35.]

SHEN ZB & YU QZ, 1986. Study on chemical constituents of *Eucalyptus citri* leaves (first report)[J]. Chem Ind For Prod, (3): 30-33. [沈兆邦和虞启庄，1986. 柠檬桉叶化学成分研究(一报)[J]. 林产化学与工业，(3)：30-33.]

SHUDAN ZHENG, HUI FANG, JIFENG LIU. 2021, Study on chemical constituents and bioactivities from *Eucalyptus globulus*[J]. Med Res, 5: 210007

SILVÉRIO FO, BARBOSA L CA, FIDÊNCIO PH, et al., 2011. Evaluation of chemical composition of *eucalyptus* wood extracts after different storage times using principal component analysis[J]. J wood Chem Technol, 31(1): 26-41.

SONG YF, WANG BL, YU Q, et al., 1984. Extraction of flavonoids from *eucalyptus* leaves and its application in agriculture[J]. Chem Ind For Prod, (2): 19-28. [宋永芳，王碧兰，郁青，等，1984. 桉树叶中黄酮类的提取及其在农业上的应用[J]. 林产化学与工业，(2): 19-28.]

SOLMAZ S, ADAN GOKBULUT A, CINCIN B, et al.，2014. Therapeutic potential of apigenin, a plant flavonoid, for imatinib-sensitive and resistant chronic myeloid leukemia cells[J]. Nutr Cancer, 66(4): 599-612.

STEINKAMP-FENSKE K, BOLLINGER L, LLER N V, et al., 2007. Ursolic acid from the chinese herb danshen (*Salvia miltiorrhiza* L.) upregulates eNOS and downregulates nox4 expression in human endothelial cells[J]. Atherosclerosis, 195(1): e104-e111.

STEINKAMP-FENSKE K, BOLLINGER L, LLER NV, et al., 2007. Ursolic acid from the chinese herb danshen (*Salvia miltiorrhiza* L.) upregulates eNOS and downregulates nox4 expression in human endothelial cells[J]. Atherosclerosis, 195(1): 104-111.

TANG WJ，ZHOU JF，LI XN，et al., 2006. Study on the chemical components in leaf essential oil of *Eucalyptus robusta*[J]. J Anal Sci, 22(2): 182-186. [唐伟军，周菊峰，李晓宁，等，2006. 大叶桉叶挥发油的化学成分研究[J]. 分析科学学报，22(2)：182-186.]

TANG Y, LI W，2015. Research advances on chemical constituents of *Eucalyptus globulus* and their pharmacological activities[J]. Chin Trad Herb Drugs, 46(6): 923-931. [唐云，李伟，2015. 蓝桉的化学成分及其药理活性研究进展[J]. 中草药，46(6)：923-931.]

THI-ANH, XIAO-LONG HU, XIAO-JUN HUANG et al., 2019. Phloroglucinols with immunosuppressive activities from the fruits of *Eucalyptus globulus*[J]. J Nat Prod, 82(4):

859-869.

TIAN L, XU M, LI Y, 2012. Phenolic compounds from the branches of *Eucalyptus maideni*[J]. Chem Biodivers, 9(1): 123-130.

TSIRI D, ALIGIANNIS N, GRAIKOU K, et al., 2008. Triterpenoids from *Eucalyptus camaldulensis* dehnh. tissue cultures[J]. Helv Chim Acta, 91(11): 2110-2114.

VUONG QV, CHALMERS AC, JYOTI BHUYAN D, et al., 2015. Botanical, phytochemical, and anticancer properties of the *Eucalyptus* species[J]. Chem Biodivers, 12(6): 907-924.

WANG C, YANG J, ZHAO P, et al., 2014. Chemical constituents from *Eucalyptus citriodora* hook leaves and their glucose transporter 4 translocation activities[J]. Bioorg Med Chem Lett, 24(14): 3096-3099.

WANG J, XU JJ, QIAO W, et al., 2016. Chemical constituents from fruits of *Eucalyptus globulus*[J]. Chin Trad Herb Drugs, 47(24): 4336-4339. [王佳，许娇娇，乔卫，等，2016. 蓝桉果实化学成分研究[J]. 中草药，47(24)：4336-4339.]

WANG YF, WANG XH, ZHU YT, et al., 2005. Inhibitory effect of rutin on influenza a virus[J]. Chin Arch Trund Chin Med, (5): 827. [王艳芳，王新华，朱宇同，等，2005. 芦丁对甲型流感病毒抑制作用实验研究[J]. 中华中医药学刊，(5)：827.]

WANG Y, 2012. Studies on the chemical and bioactive constituents from the fruits of *Eucalyptus globulus*[D]. Shanghai: East China normal Univercity. [王冀，2012. 中药蓝桉果实化学成分及其生物活性研究[D]. 上海：华东师范大学.]

XAVIER L, FREIRE MS, VIDAL-TATO I, et al., 2014. Aqueous two-phase systems for the extraction of phenolic compounds from eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) wood industrial wastes[J]. J Chem Technol Biot, 89(11): 1772-1778.

XIAO SR, CHEN XX, CHEN YJ, et al., 2012. Research progress in antioxidant activities of *eucalyptus* leaves[J]. Technol Food Ind, 33(14): 396-399. [肖苏尧，陈雪香，陈运娇，等，2012. 桉叶抗氧化作用研究进展[J]. 食品工业科技，33(14)：396-399.]

XIE XY, LIU HT, ZHANG J, et al., 2011. Study on the antioxidative activity of gallic acid *in vitro*[J]. J Chongqing Med Univ, 36(3): 319-322. [谢晓艳，刘洪涛，张吉，等，2011. 没食子酸体外抗氧化作用研究[J]. 重庆医科大学学报，36(3)：319-322.]

ZHANG GJ, YANG YY, ZHANG SY et al., 2014. Research on chemical composition of lanan[J]. W J Trad Chin Med, (9): 162-165. [张广晶，杨莹莹，张舒媛，等，2014. 蓝桉化

学成分研究[J]. 西部中医药，(9)：162-165.]

ZHOU HG, ZHU XA, LIU YH, et al., 2015. Effects of ethanol extracts from *eucalyptus* leaves on uric acid metabolism of hogs[J]. Guangdong Agric Sci, 42(22): 92-96. [周国海，朱晓艾，刘又豪，等，2015. 桉叶醇提物对育肥猪体内尿酸代谢作用的研究[J]. 广东农业科学，42(22)：92-96.]

附表 1　桉属植物中黄酮类化合物

Supplementary Table 1　Flavonoids from *Eucalyptus* species

序号 No.	化合物 Compound	来源 Source	部位 Position	参考文献 Reference
1	杨梅素己糖苷 Myricetin hexoside	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayede et al., 2012
2	槲皮素己糖苷 Quercetin hexoside	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayede et al., 2012
3	戊酸双内酯 Valoneic acid dilactone	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayede et al., 2012
4	杨梅素戊糖苷 Myricetin pentoside	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayede et al., 2012
5	槲皮素戊糖苷 Quercetin pentoside	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayede et al., 2012
6	异戊酸双内酯 Isovaloneic acid dilactone	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayede et al., 2012
7	4',5,7-三甲氧基山奈酚 4',5,7-Trimethoxykaempferol	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayede et al., 2012
8	美西汀 Mearnsetin	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
9	芹菜素 Apigenin	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Bhuyandj et al., 2018
10	槲皮苷 Quercitrin	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	Liu et al., 2004
11	槲皮素 Quercetin	小帽桉 *E. microcory*	果实 Fruit	Liu et al., 2004
12	花青素 Anthocyanidin	柠檬桉 *E. citriodora*	叶 Leaf	Chen et al., 2016
13	6,8-Di-C-methylkaempferol 3,4’-dimethyl ether	西方桉 *E. occidentalis*	叶 Leaf	Benyahias et al., 2004
14	6,8-Di-C-methylkaempferol 3-Methyl ether	西方桉 *E. occidentalis*	叶 Leaf	Benyahias et al., 2004
15	2R,3α-dihydroxyurs-12en-28-oic acid	西方桉 *E. occidentalis*	叶 Leaf	Benyahias et al., 2004
16	Engeletin	红铁木桉 *E. sideroxylon*	叶 Leaf	Okbamm et al., 2017
17	山奈酚 Kaempferol	小帽桉 *E. microcorys*	叶 Leaf	Bhuyandj et al., 2018
18	异槲皮苷 Isoquercitrin	柠檬桉 *E. citriodora*	叶 Leaf	Wang et al., 2014

19	Isomyricitrin	柠檬桉 *E. citriodora*	叶 Leaf	Wang et al., 2014
20	杨梅素 Myricitrin	柠檬桉 *E. citriodora*	叶 Leaf	Wang et al., 2014
21	花旗松素 Taxifolin	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
22	Myricetin	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	Zhang et al., 2014
23	木犀草素 Luteolin	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	雷启成，2017
24	柠檬醇 Citriodorol	柠檬桉 *E. citriodora*	叶 Leaf	Chen et al., 2016
25	Rhamnazin	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
26	鼠李素 Rhamnetin	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	黄炳生，2013
27	二苯乙烯 Distylin	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	黄炳生，2013
28	Myricetin	赤桉 *E. rostrata*	叶 Leaf	Bhuyandj et al., 2018
29	无色花色素 Leucoanthocyanidin	窿缘桉 *E. exserta*	叶 Leaf	Chen et al., 2016
30	Brevifolincarboxylic acid	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayede et al., 2012
31	没食子葡萄糖 Galloylglucopyranose	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayede et al., 2012
32	槲皮素苷 Quercetin glycoside	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayede et al., 2012
33	原花青素 Procyanidin	窿缘桉 *E. exserta*	叶 Leaf	Chen et al., 2016
34	异鼠李素 Isorhamnetin	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
35	柠檬桉皮苷 Citriceucalypidin	柠檬桉 *E. citriodora*	叶 Leaf	Chen et al., 2016
36	3-甲基鼠李糖苷 3-Methyl rhamnazin	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	黄炳生，2013
37	Quercetin-3-O-glycoside	蓝桉 *E. globulus*	茎 Stem	Xavier et al., 2014
38	胡萝卜甾醇 Daucosterol	桉树 *E. globulus*	叶 Leaf	顾正兵等，2001
39	Guaijaverin	桉树 *E. globulus*	叶 Leaf	陈洪璋等，2013
40	山奈酚-7-甲基醚 Kaempferol-7-methyl ether	桉 *E. robust*	叶 Leaf	Chen et al., 2016
41	Aromadendrin dimethyl ether	桉 *E. robust*	叶 Leaf	Chen et al., 2016
42	Kaempferol 3-O-β-D-galactoside	桉 *E. robust*	叶 Leaf	管希锋等，2015
43	Quercetin 3-O-β-D-galactopyranoside	桉树 *E. globulus*	叶 Leaf	Gullón et al., 2019
44	芹菜素葡萄糖醛酸苷 Apigenin glucuronide	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayede et al., 2012
45	Quercetin-3-O-glycoside	柠檬桉 *E. citriodora*	叶 Leaf	Chen et al., 2016
46	槲皮素鼠李糖苷 Quercetin rhamnoside	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayede et al., 2012
47	Quercetin-3-O-glucoside	柠檬桉 *E. citriodora*	叶 Leaf	Chen et al., 2016
48	Puercetin-3-O-arabinoside	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Pan et al., 2019
49	Puercetin-3-O-glucuronide	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Pan et al., 2019
50	Myricetin-3-O-rhamnoside	柠檬桉 *E. citriodora*	叶 Leaf	Chen et al., 2016

51	Myricetin-3-O-glucoside	柠檬桉 *E. citriodora*	叶 Leaf	Chen et al., 2016
52	ProcyanidindimerB-type	红铁木桉 *E. sideroxylon*	叶 Leaf	Okba et al., 2017
53	芦丁 Rutin	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	Liu et al., 2004
54	4’,3,5,7-四羟基黄酮 4’,3,5,7-Tetrahydroxyflavone	*E. weeping*	叶 Leaf	管希锋等，2015
55	二氢槲皮素 Dihydro-quercetrin(astilbin)	红铁木桉 *E. sideroxylon*	叶 Leaf	Okba et al., 2017
56	Benzyl-digalloylglucopyranose	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayede et al., 2012
57	Quercetin galloylpentoside	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayede et al., 2012
58	5-羟基-4,7-二甲氧基-6-甲基黄酮 5-Dydroxyl-4,7-dimethoxy-6-methylflavone	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	张广晶等, 2014
59	5-Dydroxyl-4’,7-dimethoxy-6,8-dimethylflavone	桉 *E. robust*	叶 Leaf	Chen et al., 2016
60	Quercetin-3-O-(6’-n-butyl)-glucuronide	桉 *E. robust*	叶 Leaf	Chen et al., 2016
61	Quercetin-3-O-α-arabopyranose-2”-gallata	桉树 *E. globulus*	叶 Leaf	陈洪璋等，2013
62	Kaempferol-3-O-α-L-arabinoside	桉 *E. robust*	叶 Leaf	Chen et al., 2016
63	Myricetin-digalloyl-rhamnoside	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayede et al., 2012
64	Quercetin-3-O-(2”-galloyl)-α-L-arabinosidase	桉 *E. robust*	叶 Leaf	管希锋等，2015
65	Kaempferol-3-O-α-L-arabinosidase	桉 *E. robust*	叶 Leaf	Chen et al., 2016
66	(-)-2S-8-Methyl-5,7,4’-trihydroxydihydroflavone-7-O-α-D-glucoside	桉 *E. robust*	叶 Leaf	Chen et al., 2016
67	(一)-2S-8-甲基-5,7,4'-三羟基二氢黄酮-7-O-β-D-吡喃葡萄糖苷 (-)-2S-8-Methyl-5,7,4-trihydroxyflavone-7-O-β-D-GalactosE.	桉 *E. robust*	叶 Leaf	管希锋等，2015
68	5’-hydroxy-7’-O-(6-O-acetyl-β-D-glucopyranosyl)-2’-methylchromone	桉树 *E. globulus*	叶 Leaf	Hakki et al., 2010
69	5’-Hydroxy-7’-O-(-D-glucopyranosyl)-2’-methylchromone	桉树 *E. globulus*	叶 Leaf	Hakki et al., 2010
70	5’-Hydroxy-7’-O-(β-D-allopyra	桉树 *E. globulus*	叶 Leaf	Hakki et al., 2010

	nosyl)-2’-methylchromone			
71	5’-Hydroxy-7’-O-(2,3,4,6-tetra-O-Acetyl-β-D-allopyranosyl)-2’-methylchromone	桉树 *E. globulus*	叶 Leaf	Hakki et al., 2010
72	Cypellocarpin C	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	Liu et al., 2004
73	5’-Hydroxy-7’-O-(2,3,4,6-tetra-O-Acetyl-β-D-glucopyranosyl)-20 -methylchromone	桉树 *E. globulus*	叶 Leaf	Hakki et al., 2010

附表 2 有机酸类化合物

Supplementary Table 2 Organic acids from *Eucalyptus* species

序号 No.	化合物 Compound	来源 Source	部位 Position	参考文献 Reference
74	丁二酸 Succinic acid	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Puig et al., 2018
75	富马酸 Fumaric acid	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Puig et al., 2018
76	苯甲酸 Benzoic acid	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Puig et al., 2018
77	戊二酸 Glutaric acid	柠檬桉 *E. citriodora*	叶 Leaf	梁庆燊等，1985
78	苹果酸 Malic acid	柠檬桉 *E. citriodora*	叶 Leaf	梁庆燊等，1985
79	奎尼酸 Quinic acid	多枝桉 *E. viminalis*	叶 Leaf	Pavlova et al., 2017
80	莽草酸 Shikimic acid	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Puig et al., 2018
81	辛酸 Caprylic acid	桉树 *E. globulus*	茎 Stem	Silvério et al., 2011
82	壬酸 Nonanoicacid	油味桉 *E. urograndis*	树皮 Bark	Domingues et al., 2011
83	壬二酸 Azelaic acid	桉树 *E. globulus*	茎 Stem	Silvério et al., 2011
84	十一酸 Undecanoic acid	苹果桉 *E. gunnii*	叶 Leaf	Guimarães et al., 2009
85	月桂酸 Lauric acid	桉树 *E. globulus*	叶 Leaf	Abdel-moein et al., 2011
86	癸酸 Decanoic acid	油味桉 *E. urograndis*	树皮 Bark	Domingues et al., 2011
87	2,6-辛二烯酸 2,6-Octadienoic acid	油味桉 *E. oleosa*	茎 Stem	Benouadah et al., 2018
88	反-对-香豆酸 Trans-p-coumaric acid	油味桉 *E. urograndis*	叶 Leaf	陈运娇等，2016
89	2-苯丙酸 2-Phenylpropanoic acid	桉树 *E. globulus*	茎 Stem	Silvério et al., 2011
90	肉豆蔻酸 Myristic acid	多枝桉 *E. viminalis*	叶 Leaf	Pavlova et al., 2017
91	十五酸 Pentadecanoic acid	苹果桉 *E. gunnii*	叶 Leaf	Guimarãe et al., 2009
92	戊二烯-9-烯酸 Pentadec-9-enoic acid	桉树 *E. globulus*	茎 Stem	Silvério et al., 2011
93	棕榈酸 Hexadecanoic acid	直干蓝桉 *E. maidenii*	树皮 Bark	Domingues et al., 2011
94	Zoomaric acid	桉树 *E. globulus*	叶 Leaf	Abdel-moein et al., 2011
95	二羟棕榈酸 Dihydroxy palmitic acid	红铁木桉 *E. sideroxylon*	叶 Leaf	Okba, 2017
96	庚二烯-9-烯酸	桉树 *E. globulus*	茎 Stem	Silvério et al., 2011

	Heptadec-9-enoic acid			
97	亚油酸 Linoleic acid	尾叶桉 *E. urophylla*	树皮 Bark	Domingues et al., 2011
98	亚麻酸 Linolenic acid	直干蓝桉 *E. maidenii*	树皮 Bark	Domingues et al., 2011
99	α-亚麻酸 α-Linolenic acid	苹果桉 *E. gunnii*	叶 Leaf	Guimarãe et al., 2009
100	γ-亚麻酸 γ-Linolenic acid	桉树 *E. globulus*	叶 Leaf	Abdel-moein et al., 2011
101	硬脂酸 Stearic acid	赤桉 *E. camaldulensis*	茎 Stem	Benouadah et al., 2018
102	油酸 Oleic acid	银叶桉 *E. cinerea*	叶 Leaf	Kahla et al., 2017
103	羟基十八碳三烯酸 Hydroxy octadecatrienoic acid	红铁木桉 *E. sideroxylon*	叶 Leaf	Okba, 2017
104	羟基十八碳三烯酸异构体 Hydroxy octadecatrienoic acid isomer	红铁木桉 *E. sideroxylon*	叶 Leaf	Okba, 2017
105	羟基十八碳二烯酸 Hydroxy octadecadienoic acid	红铁木桉 *E. sideroxylon*	叶 Leaf	Okba, 2017
106	反式-9-十八碳烯酸 Trans-9-Octadecenoic acid)	大桉 *E. grandis*	树皮 Bark	Domingues et al., 2011
107	十八酸-9,12 二烯酸 Octadeca-9,12dienoic acid)	桉树 *E. globulus*	茎 Stem	Silvério et al., 2011
108	三羟基硬脂酸 Trihydroxy stearic acid	红铁木桉 *E. sideroxylon*	茎 Stem	Silvério et al., 2011
109	三羟基十八烯酸 Trihydroxy octadecenoic acid	红铁木桉 *E. sideroxylon*	叶 Leaf	Okba, 2017
110	花生四烯酸 Arachidic acid	苹果桉 *E. gunnii*	叶 Leaf	Guimarãe et al, 2009
111	雌二醇-9-烯酸 Eicos-9-enoic acid	桉树 *E. globulus*	茎 Stem	Silvério et al., 2011
112	二十一酸 Heneicosanoic acid	油味桉 *E. urograndis*	树皮 Bark	Domingues et al., 2011
113	苯甲酸 Behenic acid	赤桉 *E. camaldulensis*	茎 Stem	Benouadah et al., 2018
114	三羧酸 Tricosylic acid	赤桉 *E. camaldulensis*	茎 Stem	Benouadah et al., 2018
115	GlobulusinA	红铁木桉 *E. sideroxylon*	叶 Leaf	Okba, 2017
116	GlobulusinB	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Boulekbache et al., 2013
117	木犀酸 Lignoceric acid	赤桉 *E. camaldulensis*	茎 Stem	Benouadah et al., 2018
118	羟基四十三酸 Hydroxy tetracosanoic acid	红铁木桉 *E. sideroxylon*	叶 Leaf	Okba, 2017
119	戊三酸 Pentacosanoic acid	银叶桉 *E. cinerea*	叶 Leaf	Kahla et al., 2017
120	六十二酸 Hexacosanoicacid	赤桉 *E. camaldulensis*	茎 Stem	Benouadah et al., 2018
121	二羟基环磷酰胺(异构体)	红铁木桉	叶 Leaf	Okba, 2017

	Di-hydroxycy-pellocarpine C (isomer)	*E. sideroxylon*		
122	七十二烷酸 Heptacosanoic acid	油味桉 *E. urograndis*	树皮 Bark	Domingues et al., 2011
123	二十碳三酸 Ctacosanoic acid	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	Liu et al., 2004
124	三十烷酸 Triacontanoic acid	油味桉 *E. urograndis*	树皮 Bark	Domingues et al., 2011
125	3,3'-Di-O-ellagicacid4'-glucoside	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Pan et al., 2019
126	β-氨基葡萄糖酸 β-Amirinpalmitic	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
127	2-羟基硬脂酸 2-Hydroxy octadecanoic acid	桉树 *E. globulus*	茎 Stem	Silvério et al., 2011
128	16-羟基棕榈酸 16-Hydroxy hexadecanoic acid	桉树 *E. globulus*	茎 Stem	Silvério et al., 2011
129	19-羟基十九酸 19-Hydroxy nonadecanoic acid	桉树 *E. globulus*	茎 Stem	Silvério et al., 2011
130	21-羟基二十一酸 21-Hydroxy heneicosanoic acid	桉树 *E. globulus*	茎 Stem	Silvério et al., 2011
131	22-羟基二十二烷酸 22-Hydroxy docosanoic acid	油味桉 *E. urograndis*	树皮 Bark	Domingues et al., 2011
132	23-羟基三羧酸 23-Hydroxy tricosanoic acid	桉树 *E. globulus*	茎 Stem	Silvério et al., 2011
133	4-羟基四十二烷酸 4-Hydroxy tetracosanoic acid	大桉 *E. grandis*	树皮 Bark	Domingues et al., 2011
134	25-羟基戊二酸 25-Hydroxy pentacosanoic acid	油味桉 *E. urograndis*	树皮 Bark	Domingues et al., 2011

附表 3　二萜类化合物

Supplementary Table 3　Diterpenoids from Eucalyptus species

序号 No.	化合物 Compound	来源 Source	部位 Position	参考文献 Reference
135	植物醇 Phytol	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
136	Cembrene	珊瑚桉 *E. torquata*	树皮 Bark	Nikbakht et al., 2015
137	甘露烯 Camphorene	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015

附表 4　三萜类化合物

Supplementary Table 4　Triterpenoids from *桉树 E. globulus* species

序号 No.	化合物 Compound	来源 Source	部位 Position	参考文献 Reference
138	角鲨烯 Squalene	赤桉 *E. camaldulensis*	叶 Leaf	Guimarães et al., 2009
139	Rhodomyrtosone E	柠檬桉 *E. citriodora*	叶 Leaf	Wang et al., 2014
140	Asiatic acid	柠檬桉 *E. citriodora*	叶 Leaf	Wang et al., 2014
141	麦地亚酸 Madasiatic acid	柠檬桉 *E. citriodora*	叶 Leaf	Wang et al., 2014
142	乙酸 Euscaphic acid	柠檬桉 *E. citriodora*	叶 Leaf	Wang et al., 2014
143	尿酸 Ursonic acid	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
144	异丙酚 D ilelatifol D	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
145	α-Amyrin	油味桉 *E. urograndis*	树皮 Bark	Domingues et al., 2011
146	α-乙酸淀粉酯 α-Amyrin acetate	蓝桉 *E. globulus*	全株 Whole plan	Ibrahim al., 2014
147	β-香树素 β-Amyrin	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	Domingues et al., 2012
148	熊果醇 Uvaol	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
149	高根二醇 Erythrodiol	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
150	山楂酸 Maslinic acid	赤桉 *E. camaldulensis*	叶 Leaf	Tsiri al., 2008
151	熊果酸 Ursolic acid	*E. hybrida*	叶 Leaf	Vuong et al., 2015
152	齐墩果酸 Oleanolic acid	亮果桉 *E. nitens*	树皮 Bark	Parreira et al., 2017
153	2-羟基熊果酸 Colosolic acid	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
154	熊果酸甲酯 Ursolic acid methyl ester	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
155	桦木酸 Betulonic acid	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	Domingues et al., 2011; Vuong et al., 2015; Domingues et al., 2010; Rodrigues et al., 2018
156	白桦脂酸 Betulinic acid	直干蓝桉 *E. maidenii*	树皮 Bark	Domingues et al., 2011
157	白桦脂酸甲酯 Betulinic acid methyl ester	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
158	乙酰胆碱 Acetylursolic acid	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
159	3-乙酰胆碱 3-Acetylursolic acid	亮果桉 *E. nitens*	树皮 Bark	Parreira et al., 2017
160	3-乙酰丙酸 3-Acetyloleanolic acid	亮果桉 *E. nitens*	树皮 Bark	Parreira et al., 2017
161	3-乙酰白桦酸 3-Acetylbetulinic acid	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	Nikbakht et al., 2015；Domingues et al., 2010

162	乙酰白桦脂酸 Acetylbetulinic acid	红铁木桉 *E. sideroxylon*	叶 Leaf	Okba et al., 2017
163	白藜芦醇酸 Alphitolic acid	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
164	Corosolic acid	柠檬桉 *E. citriodora*	叶 Leaf	Wang et al., 2014
165	Robustanic acid	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	王佳等，2016
166	乙酰丙酸 Acetyloleanolic acid	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
167	2α,3α,19α-三羟基乌苏 12-烯-28-酸 2α, 3α, 19α-Trihydroxywusu-12-ene-28-acid	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
168	3β-甲酰氧基-乌索-11,12-烯-28,13β-内酯 3β-Hydroxy-ursol-11-ene-28,13β-lactone	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
169	3β-O-trans-p-hydroxycinnoyl-12-ene-28-oleanolic acid	窿缘桉 *E. exserta*	树皮 Bark	李晶晶等，2014
170	3β-O-trans-p-hydroxycinnoyl-2α-hydroxy-12-ene-28-ursolic acid	窿缘桉 *E. exserta*	树皮 Bark	李晶晶等，2014
171	cis-p-Methoxy-cinnamoyloxyol-eanolic acid methyl ester	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
172	*trans*-Pmethoxycinnamoyl-oxyursolic acid methyl ester	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
173	*cis*-p-Methoxy-cinnamoyloxyursolic acid methyl ester	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
174	Methyl-3β,23-diacetoxy-12-ursen-28-oate	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
175	3β-Formyloxyurs-11-en-28,13-olide	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
176	2α, 3β-Dihydroxyurs-12-en-28-oicacid	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	张广晶等，2014
177	11α-Methoxyacetylursolic acid methyl ester	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	张广晶等，2014
178	3-O-Methylellagicacid-4′-O-α-L-rhamnopyranoside	窿缘桉 *E. exserta*	树皮 Bark	李晶晶等，2014
179	2α,3α-Isopropylidenedioxy-lup-20(29)-en-28-oieaeid	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	张广晶等，2014

附表 5　间苯三酚类化合物

Supplementary Table 5　Phloroglucinols from *Eucalyptus* species

序号 No.	化合物 Compound	来源 Source	部位 Position	参考文献 Reference
180	巨桉醇 Grandinol	银叶山桉 *E. pulverulenta*	果实 Fruit	李伟，2015
181	Jensenone	*E. jensenii*	叶 Leaf	李伟，2015
182	Isotorquatone	*E. apodophylla*	叶 Leaf	李伟，2015

183	大叶桉酚甲 Torquatone	*E. apodophylla*	叶 Leaf	李伟，2015
184	Isobaeckeol	朱蕊桉 *E. miniata*	叶 Leaf	李伟，2015
185	Euglobal-G1	细叶桉 *E. tereticornis*	叶 Leaf	李伟，2015
186	Euglobal-G2	*E. jensenii*	叶 Leaf	李伟，2015
187	Euglobal-G3	大桉 *E. grandis*	叶 Leaf	李伟，2015
188	Euglobal-T1	细叶桉 *E. tereticornis*	叶 Leaf	李伟，2015
189	Euglobal-G4	桉 *E. robust*	叶 Leaf	李伟，2015
190	Euglobal-G5	*E. jensenii*	叶 Leaf	李伟，2015
191	Euglobal-G6	大桉 *E. grandis*	叶 Leaf	李伟，2015
192	Euglobal-G7	大桉 *E. grandis*	叶 Leaf	李伟，2015
193	Euglobal-G8	大桉 *E. grandis*	叶 Leaf	李伟，2015
194	Euglobal-G9	大桉 *E. grandis*	叶 Leaf	李伟，2015
195	Euglobal-G10	桉 *E. robust*	叶 Leaf	李伟，2015
196	Euglobal-G11	大桉 *E. grandis*	叶 Leaf	李伟，2015
197	Euglobal-G12	桉 *E. robust*	叶 Leaf	李伟，2015
198	Euglobal-Ia1	斜脉桉 *E. loxophleba*	芽，叶 Bud,leaf	李伟，2015
199	Euglobal-Ia2	蓝桉 *E. globulus*	芽，叶 Bud,leaf	李伟，2015
200	Euglobal-Ib	布氏桉 *E. blakelyi*	芽，叶 Bud,leaf	李伟，2015
201	Euglobal-Ic	布氏桉 *E. blakelyi*	芽，叶 Bud,leaf	李伟，2015
202	Euglobal-IIa	斜脉桉 *E. loxophleba*	芽，叶 Bud,leaf	李伟，2015
203	Euglobal-IIb	桉 *E. robust*	芽，叶 Bud,leaf	李伟，2015
204	Robustadial A	桉 *E. robust*	叶 Leaf	李伟，2015
205	Robustadial B	斜脉桉 *E. loxophleba*	叶 Leaf	李伟，2015
206	Rhodomyrtone	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	李伟，2015
207	Euglobal-III	蓝桉 *E. globulus*	芽，叶 Bud,leaf	李伟，2015
208	Euglobal-V	蓝桉 *E. globulus*	芽，叶 Bud,leaf	李伟，2015
209	Euglobal-VII	蓝桉 *E. globulus*	芽，叶 Bud,leaf	李伟，2015
210	Euglobal-In-2	厚叶桉 *E. incrassata*	果实 Fruit	李伟，2015
211	Euglobal-In-3	厚叶桉 *E. incrassata*	果实 Fruit	李伟，2015
212	Euglobal-IX	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	李伟，2015
213	EucalyptalA	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	李伟，2015
214	Eucalyptal B	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	李伟，2015
215	Eucalyptal C	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	李伟，2015
216	Eucalyptal D	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	李伟，2015
217	Eucalyptal E	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	李伟，2015
218	Macrocarpal A	大果桉	叶 Leaf	李伟，2015

		E. macrocarpa Hook		
219	Macrocarpal B	广叶桉 *E. amplifolia*	叶 Leaf	李伟，2015
220	Macrocarpal C	大果桉 *E. macrocarpa Hook*	叶 Leaf	李伟，2015
221	Macrocarpal D	大果桉 *E. macrocarpa Hook*	叶 Leaf	李伟，2015
222	Macrocarpal E	广叶桉 *E. amplifolia*	叶 Leaf	李伟，2015
223	Macrocarpal F	大果桉 *E. macrocarpa Hook*	叶 Leaf	李伟，2015
224	Macrocarpal G	直干蓝桉 *E. maidenii*	叶 Leaf	李伟，2015
225	Macrocarpal H	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	李伟，2015
226	Macrocarpal I	直干蓝桉 *E. maidenii*	叶 Leaf	李伟，2015
227	Macrocarpal J	直干蓝桉 *E. maidenii*	叶 Leaf	李伟，2015
228	Macrocarpal K	直干蓝桉 *E. maidenii*	叶 Leaf	李伟，2015
229	Macrocarpal L	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	李伟，2015
230	Macrocarpal M	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	李伟，2015
231	Macrocarpal N	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	李伟，2015
232	Macrocarpal O	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	李伟，2015
233	Macrocarpal-am-1	广叶桉 *E. amplifolia*	叶 Leaf	李伟，2015
234	Eucalyptone	红铁木桉 *E. sideroxylon*	叶 Leaf	Okba et al., 2017
235	Eucalyptone isomer	红铁木桉 *E. sideroxylon*	叶 Leaf	Okba et al., 2017
236	2,6-Dihyroxy-4-methoxy-3-methyl-ispropiophenone	银叶山桉 *E. pulverulenta*	茎，叶 Stem, leaf	李伟，2015
237	2,6-Dihyroxy-2′,3-dimethyl-4-methoxy-butyrophenone	银叶山桉 *E. pulverulenta*	茎，叶 Stem, leaf	李伟，2015
238	4,6-Diformyl-2-isobutyrylphloroglucinol	*E. apodophylla*	叶 Leaf	李伟，2015
239	4,6-Diformyl-2-isopentanoylphloroglucinol	*E. jensenii*	叶 Leaf	李伟，2015
240	Chartabomone	*E. jensenii*	叶 Leaf	李伟，2015
241	Miniatone	朱蕊桉 *E. miniata*	叶 Leaf	李伟，2015
242	Baeckeol methyl ether	朱蕊桉 *E. miniata*	叶 Leaf	李伟，2015
243	Homobaeckeol methyl ether	朱蕊桉 *E. miniata*	叶 Leaf	李伟，2015
244	Loxophlebene	斜脉桉 *E. loxophleba*	叶 Leaf	李伟，2015
245	4-O-Demethyl miniatone	*E. jensenii*	叶 Leaf	李伟，2015
246	Eucalmainoside A	直干蓝桉	果实 Fruit	李伟，2015

		E. maidenii		
247	Eucalmainoside B	直干蓝桉 *E. maidenii*	果实 Fruit	李伟，2015
248	Eucalmainoside C	直干蓝桉 *E. maidenii*	果实 Fruit	李伟，2015
249	Eucalmainoside D	直干蓝桉 *E. maidenii*	果实 Fruit	李伟，2015
250	Eucalmainoside E	直干蓝桉 *E. maidenii*	果实 Fruit	李伟，2015
251	8-β-C-Glucopyranosyl-5,7-dihy Droxy-2-isobutylchromone	直干蓝桉 *E. maidenii*	茎 Stem	李伟，2015
252	Dimer of jensenone	柳叶桉 *E. saligna*	叶 Leaf	李伟，2015
253	Jensenal	*E. jensenii*	叶 Leaf	李伟，2015
254	Loxophlebal A	斜脉桉 *E. loxophleba*	叶 Leaf	李伟，2015
255	Loxophlebal B	斜脉桉 *E. loxophleba*	叶 Leaf	李伟，2015
256	Euglobal R1	桉 *E. robust*	叶 Leaf	李伟，2015
257	Euglobal R2	桉 *E. robust*	叶 Leaf	李伟，2015
258	Euglobal-Bl-1	布氏桉 *E. blakelyi*	叶 Leaf	李伟，2015
259	Eucalyptone G	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	李伟，2015
260	Eucalmaidial A	直干蓝桉 *E. maidenii*	叶 Leaf	李伟，2015
261	Eucalmaidial B	直干蓝桉 *E. maidenii*	叶 Leaf	李伟，2015
262	Euglobal-IVb	蓝桉 *E. globulus*	芽，叶 Bud, leaf	李伟，2015
263	Macrocarpal P	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	李伟，2015
264	Macrocarpal Q	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	李伟，2015
265	Conglomerone	朱蕊桉 *E. miniata*	叶 Leaf	李伟，2015
266	Baeckeol	朱蕊桉 *E. miniata*	叶 Leaf	李伟，2015
267	Isobaeckeol	朱蕊桉 *E. miniata*	叶 Leaf	李伟，2015
268	Homoisobaeckeol	朱蕊桉 *E. miniata*	叶 Leaf	李伟，2015
269	Conglomerone	朱蕊桉 *E. miniata*	叶 Leaf	李伟，2015
270	Baeckeol	朱蕊桉 *E. miniata*	叶 Leaf	李伟，2015
271	Robustaol A	桉 *E. robust*	叶 Leaf	李伟，2015
272	Sideroxylonal A	桉树 *E. globulus*	叶 Leaf	李伟，2015
273	Sideroxylonal B	大桉 *E. grandis*	叶 Leaf	李伟，2015
274	Sideroxylonal C	斜脉桉 *E. loxophleba*	叶 Leaf	李伟，2015
275	Grandinal	大桉 *E. grandis*	叶 Leaf	李伟，2015
276	Euglobal-IIc	蓝桉 *E. globulus*	芽，叶 Bud, leaf	李伟，2015
277	Globuluside	钉头桉	叶 Leaf	Al-sayed et al., 2012

		E. gomphocephal		
278	Cypellocarpin B	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed et al., 2012
279	Methyl-trihydroxyacetophenone glucoside	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed et al., 2012
280	Methyl-formoylphloroglucinol glucoside	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed et al., 2012
281	Methyl-trihydroxyacetophenone glucoside	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed et al., 2012
282	Eucalteretial A	细叶桉 *E. tereticornis*	茎 Stem	Liu et al., 2018
283	Eucalteretial B	细叶桉 *E. tereticornis*	茎 Stem	Liu et al., 2018
284	Eucalteretial C	细叶桉 *E. tereticornis*	茎 Stem	Liu et al., 2018
285	Eucalteretial D	细叶桉 *E. tereticornis*	茎 Stem	Liu et al., 2018
286	Eucalteretial E	细叶桉 *E. tereticornis*	茎 Stem	Liu et al., 2018
287	Eucalglobuside A	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Lin et al., 2019
288	Eucalglobuside B	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Lin et al., 2019
289	Eucalyptin A	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Zhang et al., 2021
290	Eucalyptin E	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	Pham et al., 2018
291	Eucalyptin F	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	Pham et al., 2018
292	Eucalyptin G	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	Pham et al., 2018

附表 6 鞣质类化合物

Supplementary Table 6 Tannins from *Eucalyptus* species

序号 No.	化合物 Compound	来源 Source	部位 Position	参考文献 Reference
293	Apicatechin	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Vuong et al., 2015
294	Eucaglobulin	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Vuong et al., 2015
295	甲基鞣花酸 Methylellagic acid	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Vuong et al., 2015
296	3,3′-O-Dimethylellagic acid	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
297	3,4,3′-O-Trimethylellagic acid	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
298	3,3’-O-Dimethylellagic acid	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
299	Glucoside of dimethylellagic acid	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	李伟，2015
300	3-O-Methylellagic acid 3′-α-Rhamnoside	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
301	3′-O-Methyl ellagic acid 4-O-β- D-glucose	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	李伟，2015
302	3,3′-di-O-Methylellagic acid	油味桉 *E. urograndis*	叶 Leaf	陈运娇等，2016
303	3,4,3′,4′-O-Tetramethylellagic acid	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015

304	Vescalagin	油味桉 *E. urograndis*	叶 Leaf	陈运娇等，2016
305	4-Methoxyellagic acid-3-O-α-L-rhamnose	桉 *E. robust*	叶 Leaf	陈运娇等，2016
306	Pentagalloylglucopyranose	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed et al., 2012
307	8-Methoxyellagic Acid-2-rhamnoside	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	陈运娇等，2016
308	1,2,3,4,6-O-Pentagalloylglucose	桉树 *E. globulus*	叶 Leaf	周国海等，2015
309	4-Methoxyellagic acid-3-O-α-L-rhamnose	桉 *E. robust*	叶 Leaf	陈运娇等，2016
310	苯甲酸 Phenic acid	柠檬桉 *E. citriodora*	叶 Leaf	沈兆邦等，1987
311	鞣花酸 Ellagic acid	小帽桉 *E. microcorys*	叶 Leaf	Bhuyan et al., 2018
312	没食子酸 Glucogallic acid	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Pan et al., 2019
313	乙酸 Acetic acid	柠檬桉 *E. citriodora*	茎 Stem	李伟，2015
314	Catechin	银叶桉 *E. cinerea*	叶 Leaf	Kahla et al., 2017
315	1,6-Di-O-[(R)-oleuropeyl]-β-D-glucopyranose	桉树 *E. globulus*	叶 Leaf	Hakki et al., 2010
316	3-O-Methylellagicacid-4'-O-α-L-rhamnopyranoside	窿缘桉 *E. exserta*	树皮 Bark	李晶晶等，2014
317	Tellimagrandin Ⅰ	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Chen et al., 2014
318	Tellimagrandin II	大桉 *E. grandis*	叶 Leaf	Chen et al., 2014
319	1-O-Methylellagic acid	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	高璇，2017
320	Gemin D	桉树 *E. globulus*	叶 Leaf	高璇，2017
321	Digalloylglucose	桉树 *E. globulus*	叶 Leaf	Hakki et al., 2010
322	Oenothein B	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Chen et al., 2014
323	Castalagin	柠檬桉 *E. citriodora*	叶 Leaf	陈运娇等，2016
324	Pedunculagin	大桉 *E. grandis*	叶 Leaf	Chen et al., 2014
325	Catechin hydrateEpicatechin	大桉 *E. grandis*	叶 Leaf	Bhuyan et al., 2018
326	Epigallocatechin	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Pan et al., 2019
327	Catechin hydrate	窿缘桉 *E. exserta*	叶 Leaf	黄炳生，2013
328	Tetraacetyl tannic acid	柠檬桉 *E. citriodora*	叶 Leaf	沈兆邦等，1987
329	4-Methoxy tannic acid	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	李伟，2015
330	3-O-Methylellagic acid	油味桉 *E. urograndis*	叶 Leaf	陈运娇等，2016
331	3,3′-Di-O-methylellagic acid	油味桉 *E. urograndis*	叶 Leaf	陈运娇等，2016
332	3,3,4-Trimethylellagic acid	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	张广晶等，2014
333	1-O-Galloyl-β-D-glucose	油味桉 *E. urograndis*	叶 Leaf	陈运娇等，2016
334	3-O-Methylellagic acid-4´-rhamnoside	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	王佳等，2016
335	4-Methoxyellagic acid-3-O-α-L-rhamnose	桉 *E. robust*	叶 Leaf	陈运娇等，2016
336	8-Methoxyellagic acid -2-rhamnoside	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	陈运娇等，2016

337	3-O-Methylellagic acid -3′-O-α-3″-O-acetylrhamnopyranoside	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	李伟，2015
338	3-O-Methylellagic acid 3′-O-α-2″-O-acetylrhamnopyranoside	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	李伟，2015
339	3-O-Methylellagic acid 3′-O-α-4″-O-acetylrhamnopyranoside	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	李伟，2015
340	1-O-Galloyl-β-D-glucose	油味桉 *E. urograndis*	叶 Leaf	陈运娇等，2016
341	没食子酸 Gallic acid	窿缘桉 *E. exserta*	叶 Leaf	高璇，2017
342	鞣花酸己糖 Ellagic acid hexose	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed et al., 2012
343	鞣花酸己糖苷 Ellagic acid hexoside	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed et al., 2012
344	HHDP-glucopyranose	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed et al., 2012
345	Digalloylglucopyranose	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed et al., 2012
346	Galloyl-HHDP-glucopyranose	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed et al., 2012
347	Galloylcypellocarpin B	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed et al., 2012
348	HHDP Galloylglucose isomer	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	刘玉明等，2004
349	甲基鞣花酸己糖 Methylellagic acid hexose	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	刘玉明等，2004
350	Ellagitannin dimer	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed et al. 2012
351	Methylellagic acid-3-O-pentoside	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
352	Trigalloyl-HHDP-glucopyranose	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed et al. 2012
353	3-galloyl-4,6-HHDP-D-glucose	油味桉 *E. urograndis*	叶 Leaf	陈运娇等，2016
354	Galloyl ester of methylellagic acid glucose	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	刘玉明等，2004
355	Galloyl-bis-HHDP-glucopyranose isomer	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed et al., 2012
356	Tris-HHDP galloylglucose isomer	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	刘玉明等，2004
357	Brevifolincarboxylic acid	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed et al., 2012
358	没食子葡萄糖 Galloylglucopyranose	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed et al., 2012
359	Monogalloylglucose	蓝桉 *E. globulus*	茎 Stem	Xavier et al., 2014
360	Tetragalloylglucose	蓝桉 *E. globulus*	果实 Fruit	刘玉明等，2004

361	Tetragalloylglucopyranose	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed et al., 2012
362	鞣花酸鼠李糖苷 Ellagic acid rhamnoside	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed et al., 2012
363	甲基鞣花酸鼠李糖苷 Methylellagic acid rhamnoside	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed et al., 2012
364	Pedunculagin isomer	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed et al., 2012
365	Trigalloylglucopyranose	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed et al., 2012
366	1,2,3,6-四羟基葡萄糖 1,2,3,6-Tetragalloylglucose	桉树 *E. globulus*	叶 Leaf	陈运娇等，2016
367	五芳基葡萄糖 Pentagalloylglucose	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	梁庆燊，1985
368	1,2,3,4,6-penta-O-galloyl-β-D-glucose	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
369	Benzyl-galloylglucopyranose	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed et al., 2012
370	Benzyl-trigalloylglucopyranose	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed, et al., 2012
371	Valoneoyl-digalloyl-glucopyranose	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed, et al., 2012
372	Methyl-valoneoyl-digalloyl-glucopyranose	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed, et al., 2012
373	3-O-Galloyl-4,6-O-[(S)-hexahydroxy-diphenoyl]-D-glucose	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015
374	3-Methoxy-ellagic-acid-4'-O-2"-O-Acetyl-α-L-pyranrhamnoside	蓝桉 *E. globulus*	树皮 Bark	唐云等，2015

附表 7　酚酸类化合物

Supplementary Table 7　Phenolic acids from *Eucalyptus* species

序号 No.	化合物 Compound	来源 Source	部位 Position	参考文献 Reference
375	Yangambin	窿缘桉 *E. exserta*	叶 Leaf	Tang et al.，2006
376	丁香酚 Syringaresinol	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Al-sayed et al., 2012
377	cis-Ferulicacid	桉树 *E. globulus*	茎 Stem	Silvério et al., 2011
378	trans-Ferulic acid	油味桉 *E. urograndis*	树皮 Bark	Domingues et al., 2011
379	Eucalmaidin F	直干蓝桉 *E. maidenii*	叶 Leaf	Tian et al., 2012
380	p-Coumaric acid	油味桉 *E. urograndis*	树皮 Bark	Domingues et al., 2011
381	Protocatechuic acid glucoside	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Pan et al., 2019
382	p-Coumaric acid derivative ‘1’	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Puig et al., 2018

383	p-Coumaric acid derivative ‘2’	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Puig et al., 2018
384	阿魏酸 Ferulic acid	多枝桉 *E. viminalis*	叶 Leaf	沈兆邦等，1986
385	咖啡酸 Caffeic acid	桉 *E. robust*	叶 Leaf	秦国伟等，1986
386	4-羟基-3,5-二甲氧基苯甲酸 4-Hydroxyl-3,5-Dimethoxybenzoic acid	柠檬桉 *E. citriodora*	叶 Leaf	付文卫等，2003
387	Chlorogenic acid	钉头桉 *E. gomphocephal*	叶 Leaf	Al-sayed et al., 2012
388	龙胆酸 Gentisic acid	银叶桉 *E. cinerea*	叶 Leaf	Kahla et al., 2017
389	Protocatechuic acid	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Tang et al., 2016
390	乙酸 Acetic acid	柠檬桉 *E. citriodora*	叶 Leaf	沈兆邦等，1987
391	Tetraacetyl tannic acid	柠檬桉 *E. citriodora*	叶 Leaf	沈兆邦等，1987
392	*cis*-p-Coumaric acid-4-O-β-D-glucopyranoside	油味桉 *E. urograndis*	叶 Leaf	陈运娇等，2016
393	Diphenyl-6-hydroxybiphenyl diacylglucose	柠檬桉 *E. citriodora*	叶 Leaf	陈运娇等，2016
394	2,5-Dihydroxybenzoic acid	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Pan et al., 2019
395	4-Hydroxybenzoic acid	桉树 *E. globulus*	茎 Stem	Silvério et al., 2011
396	Gallic acid derivative	红铁木桉 *E. sideroxylon*	叶 Leaf	Okba et al., 2017
397	香草酸 Vanillic acid	桉树 *E. globulus*	茎 Stem	Silvério et al., 2011
398	丁香酸 Syringic acid	桉树 *E. globulus*	茎 Stem	Silvério et al., 2011
399	cis-p-Coumaric acid	油味桉 *E. urograndis*	叶 Leaf	陈运娇等，2016
400	3,4-Dihydroxyhyd rocinnamic acid	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Pan et al., 2019
401	Quinol glucuronide/hydroxyphenyl glucopyranosiduronic acid	红铁木桉 *E. sideroxylon*	叶 Leaf	Okba et al., 2017
402	2-O-Caffeoylquinic acid	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Pan et al., 2019
403	trans-2-O-Coumaroylquinic acid	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Pan et al., 2019
404	trans-3-O-Caffeoylquinic acid	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Pan et al., 2019
405	cis-3-O-Coumaroylquinic acid	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Pan et al., 2019
406	2-O-Coumaroylquinic acid	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Pan et al., 2019
407	4-O-Coumaroylquinic acid	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Pan et al., 2019
408	3-O-Coumaroylquinic acid	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Pan et al., 2019

附表 8　脂肪醇类化合物

Supplementary Table 8　Fatty alcohols from *Eucalyptus* species

序号 No.	化合物 Compound	来源 Source	部位 Position	参考文献 Reference
409	2-Methylhexadecan-1-ol	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Pan et al., 2019

410	Hexadecan-1-ol	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Pan et al., 2019
411	*Z*-9-Octadecen-1-ol	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Pan et al., 2019
412	*E*-9-Octadecen-1-ol	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Pan et al., 2019
413	Octadecan-1-ol	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Pan et al., 2019
414	Tetracosan-1-ol	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Pan et al., 2019
415	Hexacosan-1-ol	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Pan et al., 2019
416	Octacosan-1-ol	蓝桉 *E. globulus*	叶 Leaf	Pan et al., 2019
417	Octan-1-ol	桉树 *E. globulus*	叶 Leaf	Hakki et al., 2010
418	Docosan-1-ol	桉树 *E. globulus*	叶 Leaf	Hakki et al., 2010
419	Triacontan-1-ol	大桉 *E. grandis*	树皮 Bark	Domingues et al., 2011
420	Eicosan-1-ol	桉树 *E. globulus*	叶 Leaf	Hakki et al., 2010
421	Coniferilic alcohol	桉树 *E. globulus*	茎 Stem	Silvério et al., 2011